



探究活動を充実させる評価と教材づくり

- 指導と評価を一体化させるための工夫 -

ワラジムシ等の節足動物を用いた「科学的な思考力の育成を図る学習プログラム」と「指導と評価を一体化させるワークシート」を紹介します。

1 探究活動を充実させるために

本センターを含め、理科教育に関わる先人たちは、観察・実験のために有効な教材を開発してきた。これら教材を生かした探究活動を充実させていくための評価法に注目した。

「理科の先生のための新しい評価方法入門」¹⁾では、新しい評価の特徴を下記のように記述している。

- ・ 生徒が主体的に活動する場面を重視する。
- ・ 生徒が自分で考えを構築する。パフォーマンスを行なう。自分の考えを表現し発表する（何を学んだか、どのように学んだかを含む）。
- ・ 問題解決において、まずいろいろな方法を考え、検討し、実施すること。解答の方法、内容も多様なものになる。
- ・ 教師は、生徒のこうした学びの時間を確保する。
- ・ 生徒が身につけたものを授業という枠組みをこえて、実際の生活につなげるこたえができるようにする。

紹介する学習プログラムは、このような新しい評価に注目し、授業設計を行ない、実際に、SSH校である札幌啓成高等学校の特別科学授業において、実践と検証を行なった。新しい評価が、教師と生徒両方によって、どのように活用されたか報告する。

2 探究活動を充実させるためのポイント

ポイント 1

探究活動を通して身につけて欲しい事を生徒へ伝える「スモールステップなシラバス」

本来シラバスは1年間の学習活動及び評価方法等を生徒向けに説明するものである。しかし、年度当初に1年間の授業の流れについて説明したとしても、生徒たちがそれを十分に踏まえて毎時間の授業に臨ませることは難しい。そこで、探究活動を行うに当たって生徒に学習の意義や目的を予め理解させるため、授業の導入時に、その目標を提示する。これが「スモールステップなシラバス」である。

ポイント 2

何を評価するか？「授業の目標を明確にすると・・・」

授業の目標を明確にすると、生徒を評価する内容が決まる。授業の目標を明確にすると、生徒たちに目標を達成させるための方策が決まる。この時、方策が機能しているかどうか判断するための仕掛けも必要となる。「生徒を評価する内容」と「方策と仕掛け」を意識して授業設計すると、指導と評価が一体化し、授業改善へ繋がる。

ポイント 3

シンキングツールによる思考の導き
「仮説設定シート4QS(The Four Question Strategy)」

シンキングツールを用いると、自分の考えを視覚的に捉えることができ、客観的な視野で自身の考えを見直すことができる。今回は「仮説設定シート4QS(The Four Question Strategy)」²⁾をシンキングツールとして利用した(図1)。4QSのSTEP1では、従属変数、STEP2では独立変数、STEP3では独立変数の変化のさせ方、STEP4では従属変数の数量化の手だてを記入し、最後にSTEP3とSTEP4とを関連させて「...すれば...なる」と仮説を書く。

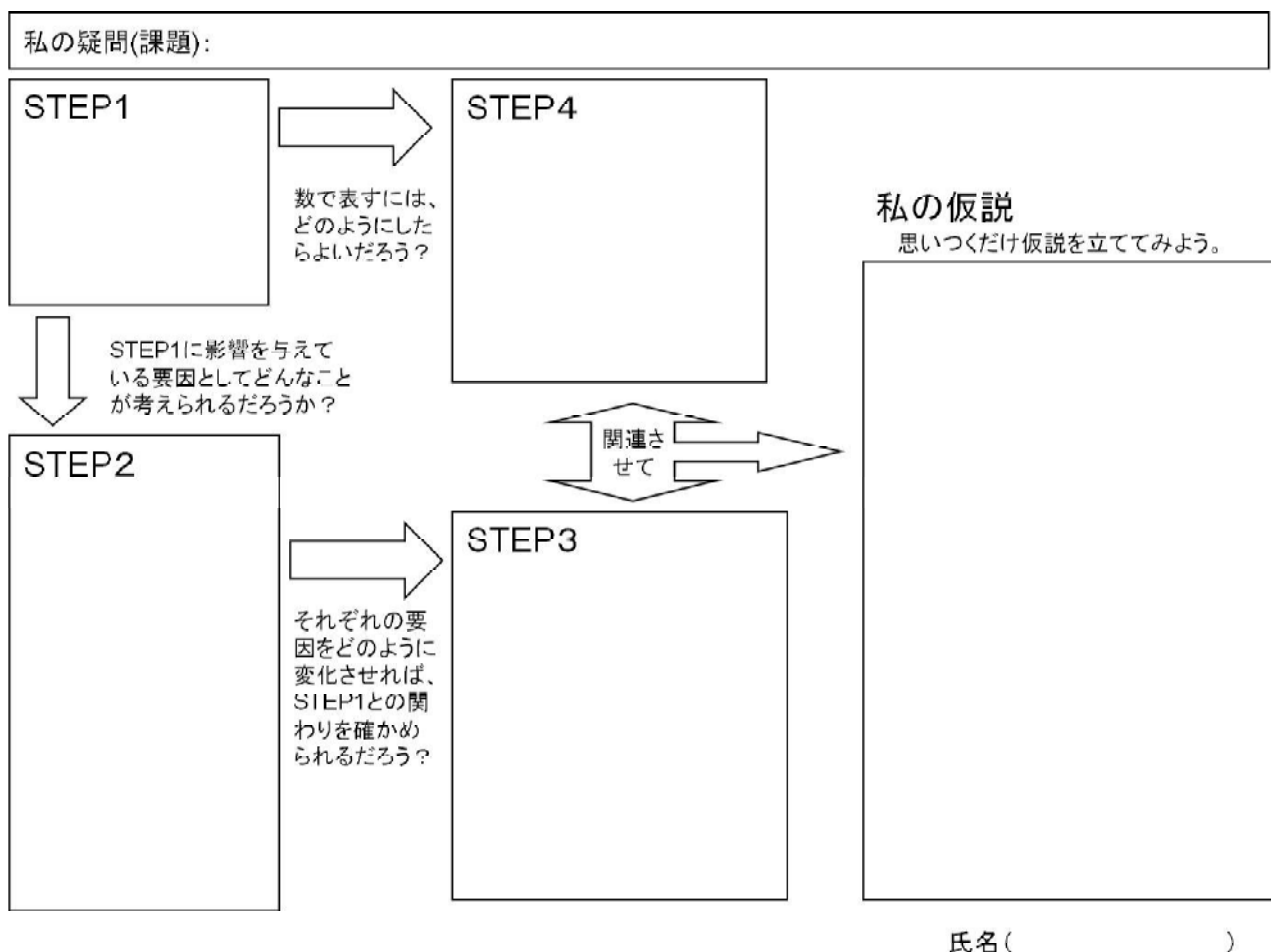


図1 仮説設定シート

ポイント 協調学習支援ソフトKneading Board
4 「40人よれば文殊の知恵」

グループにおける話し合いや思考の過程をクラス全体で共有するためのICT活用として、放送大学ICT活用・遠隔教育センターの加藤浩教授が中心となって研究・開発を進めているKneading Board³⁾（以下KB）を用いた（図2）。KBはコンピュータ上で協調学習を完結させることだけを目的としているわけではなく、KBをきっかけに、直接対面による話し合い活動が活発になることを期待しているコンピュータシステムである（図3）。

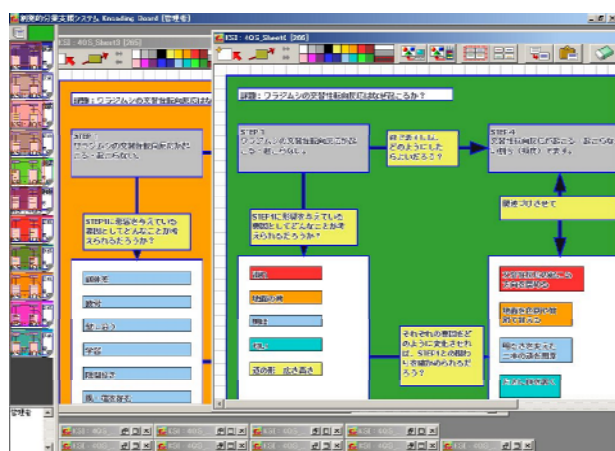


図2 Kneading Board

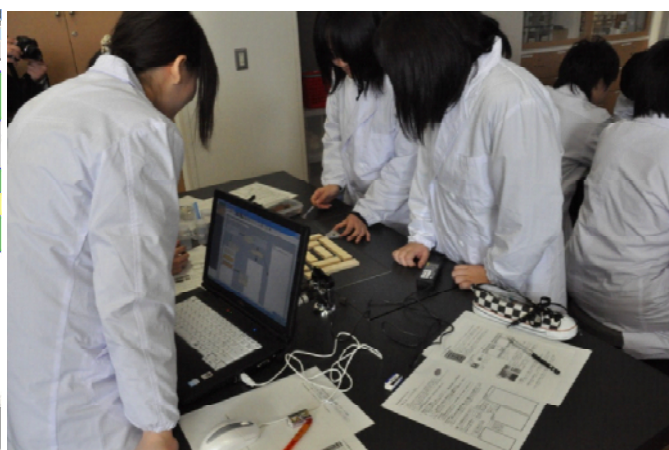


図3 観察しながらのKBによる仮説設定

3 探究活動の構想

1 単元の目標

【高等学校学習指導要領 理科編 理数編 第7節 生物】(3) 生物の環境応答

環境の変化に生物が反応していることについて観察、実験などを通して探究し、生物個体が外界の変化を感知し、それに反応する仕組みを理解させる。

ウ 生物の環境応答に関する探究活動

生物の環境応答に関する探究活動を行ない、学習内容の理解を深めるとともに、生物学的に探究する能力を高めること。

ここでは、生物の環境応答に関する学習活動と関連させながら、観察、実験などを通して、問題を見いだすための観察、仮説の設定、実験の計画、実験による検証、調査、実験データの分析・解釈など、生物学的に探究する方法を習得させるようにする。各探究活動では、これらの探究の方法を課題の特質に応じて適宜取り上げ、具体的な課題の解決の場面でこれらの方法を用いることができるよう扱う必要がある。

2 指導計画（全5時間）

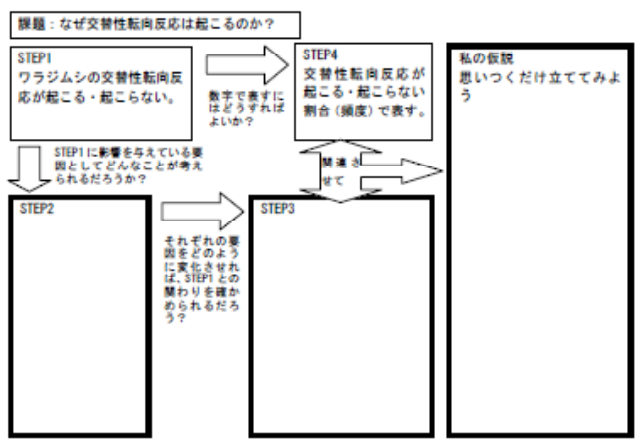
時	学習項目	主な観察・実験
第1次	交替性転向反応を用いた仮説設定 (1時間)	観察「ワラジムシの交替性転向反応」 実習「4QSとKBで仮説設定」
第2次	交替性転向反応の有無の確かさ (2時間)	実習「交替性転向反応のカウント」 実習「交替性転向反応で白熱教室」
第3次	交替性転向反応で生物統計 (2時間)	実習「実測値で二項検定」 実習「条件制御の違いt検定」

3 指導と評価の実際

第1次の展開例

重視した探究の方法		
問題を見出すための観察	仮説の設定	実験の計画
実験による検証	調査	実験データの分析・解釈

目標	○「仮説の設定」において注意すべき点を理解している。【知識・理解】 ○観察を通して、4QSを活用しながら仮説を導くことができる。【技能】 ●4QSで整理された要因を「仮説」として記述することができる。【思考・判断・表現】 ポイント2 ○は生徒に自己評価させ方策が機能しているかどうかの判断規準に用いる。●はルーブリックを用いて評価し、生徒個々の評価として扱う。		
場面	学習活動・内容	説明・指示等	留意事項・評価
	ポイント1 達成目標の提示	交替性転向反応の説明をする。生物領域における課題研究の特徴を説明する。 本時の目標を提示する。	ワークシートをそのままスクリーン投影し説明をし

導入 5分			た。
展開1 5分	ポイント 3 仮説設定をする素材の提示と4QSの説明	4 QSによる仮説設定の流れを説明する。今回のSTEP 1 とSTEP 4 の内容は、あらかじめ設定しておく。  課題：なぜ交替性転向反応は起こるのか？ STEP1 ワラジムシの交替性転向反応が起こる・起こらない。 数字で表すにはどうすればよいのか？ STEP2 STEP1に影響を与えている要因としてどんなことが考えられるだろうか？ STEP3 それぞれの要因をどのように変化させれば、STEP1との関わりを確かめられるだろうか？ STEP4 交替性転向反応が起こる・起こらない割合（頻度）で表す。 私の仮説 思いっくだけ立ててみよう ワラジムシの交替性転向反応の動画を見せ、この反応が、なぜ起きるかをその要因考えていくことを説明する。	
展開2 10分	ポイント 3 4QSのSTEP 2 の影響を与える要因を見出すための観察	ブロックで迷路の基本系を作成させ、中央部にワラジムシを配置し、交替性転向反応を観察させる。 影響を与えているであろう要因を、ブレーンストーミングで4QSのワークシートに数多く記載するように指示する。 迷路の形は基本系から各班の影響を与えているであろう要因に合わせて変形させてみるように指示する。 例) 触覚の有無、体の接触の有無、移動距離、交差点の角度	 展開2と3は途中から混然と行われるようにする。

展開3 10分	ポイント 3 ポイント 4 4QSのSTEP3の独立変数への変換	展開2で上げた要因を変化させるための手段を考えさ、KB上の4QSのワークシートに記載させる。 例) 触覚の有無(ある1なし0)、体の接触の有無(迷路の幅)、移動距離(迷路の長さ)、交差点の角度(鋭角, 90度, 鈍角)	展開3と4は途中から混然と行われるようにする。
展開4 10分	ポイント 4 KBの説明と情報交流	KBを起動し、班内で話し合われた結果を入力する。さらに、KB上の他の班のシートを閲覧させクラス内の情報共有を図る。	KBの各班のシートで参考になるものを転記するように指示する。
まとめ 10分	ポイント 2 ポイント 3 ポイント 4 仮説の設定	STEP3とSTEP4から仮説を導く例を提示するとともに、「何が、どのように作用することで、どのようになるのか」という記述で仮説を記載するように指示する。 各自のワークシートの仮説の欄に、思いつくだけのものを記載するように指示するとともに、自己評価をさせ、方策が機能しているか確認する。	思考・判断・表現 4QSで整理された要因を「仮説」として記述することができる。 [評価の具体] ワークシート
【ワークシートから抜粋】 6 自己評価 「仮説の設定」において注意すべき点が理解できた【知識・理解】。 ア そう思う イ ややそう思う ウ ややそう思わない エ そう思わない 交替性転向反応の観察を通して、4QSが活用しながら仮説を導くことができた。 【技能】 ア そう思う イ ややそう思う ウ ややそう思わない エ そう思わない 4QSで整理された要因を「仮説」として記述することができた。 【思考・判断・表現】 ア そう思う イ ややそう思う ウ ややそう思わない エ そう思わない			
ループリック			
A	4QSで整理された要因を用いた適切な「仮説」を複数記述することができる。		
B +	4QSで整理された要因を用いて、適切に「仮説」を記述することができる。		
B -	4QSで整理された要因を用いて、「仮説」を記述することができる。		
C	4QSで整理された要因を用いていない。		

4 実践を通して

1 生徒の反応

仮説の設定

ポイント

【生徒が立てた仮説】

2

迷路の道の幅を広くすれば、 交替性転向反応が起こる確率は低くなる。

↑ 独立変数 (4QSのSTEP2、STEP3) ↑ 従属変数 (4QSのSTEP4) ↑ 変化の方向性

「B+」のループリックは、『4QSで整理された要因を用いて、適切に「仮説」を記述することができる。』としている。4QSで整理されたという観点とは、「独立変数の記述があるか」、「従属変数の記述があるか」で判断する。適切な記述という観点とは、「従属変数の変化の方向性が示されているか」で判断する。

仮説の設定における生徒の自己評価をみると、87% (34名/39名) の者は、仮説の設定において注意すべき点を理解できたとしている。また、64% (25名/39名) の者は、4QSで整理された要因から「仮説」として記述できたとしているが、ループリックに照らし合わせて場合、実際に記述できた者は、全体の54% (21名/39名) であった。

協調学習支援ソフトKB

ワラジムの交替性転向反応の観察を通して得られるさまざまな情報を、協調学習支援ソフトのKBに作成した4QSに入力させた。また、KBは全部の班のシートを閲覧することが可能であり、他のグループの活動状況を把握することもできる。

事前・事後のアンケートの質問「コンピュータを用いた観察・実験の授業は、画面に集中してしまうため、会話が弾まない。」(1 そう思う 2 ややそう思う 3 ややそう思わない 4 そう思わない) に対する回答は、事前事後で比較すると、平均値が2.56から2.92となり有意な差があった(有意水準5%) (図4)。このことから、KBを用いることで生徒間の情報共有に有益に働き、話し合いの活性化につながったようである。

2 成果

紹介した探究活動において、生徒たちは、探究の方法の「問題を見いだすための観察」と「仮説の設定」を習得できたのか。事前・事後のアンケートの質問「観察・実験を行う場合、結果の予想を立ててから行いたい。」に対する回答は、事前事後で比較すると、平均値が

ポイント

4

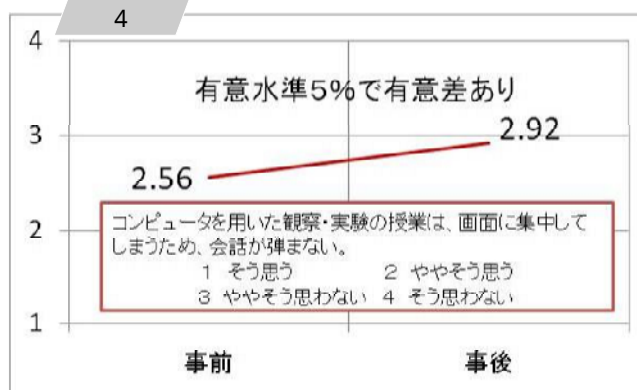


図4 事前事後アンケート1

ポイント

2

ポイント

3

ポイント

4

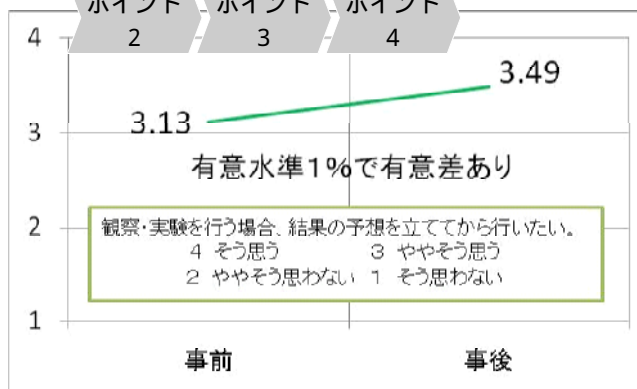


図5 事前事後アンケート2

3.13から3.49になり、有意な差があった（有意水準1％）（図5）。もともと、SSH校の観察・実験に関する学習意欲の高い生徒であるが、4 QSと協調学習支援ソフトKBを用いた今回の授業によって、「問題を見いだすための観察」と「仮説の設定」に対する意識が高まったようである。

3 さらなる発展

指導計画の第2次および第3次を行うことで、探究のプロセスを経験することになる。また、ワラジムシの交替制転向反応の他に、粘菌による迷路実験も、「問題を見いだすための観察」や「仮説の設定」など、探究の方法を習得する学習素材としての可能性がある。

【参考・引用文献】

- 1) R. ドラン, F. チャン, P. タミル, C. レンハート「理科の先生のための新しい評価入門 高次の学力を育てパフォーマンス課題、その実例集」, 北大路書房, 2007
- 2) 小林 辰至「問題解決能力を育てる理科教育 - 原体験から仮説設定まで - 」, 梓出版, 2008
- 3) 加藤 浩, 舟生 日出男, 鈴木栄幸, 久保田 義彦「みんなで練り上げるアイディアのこね板Kneading Boardで協調学習」, 放送大学, 2010